

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000146872
 PUBLICATION DATE : 26-05-00

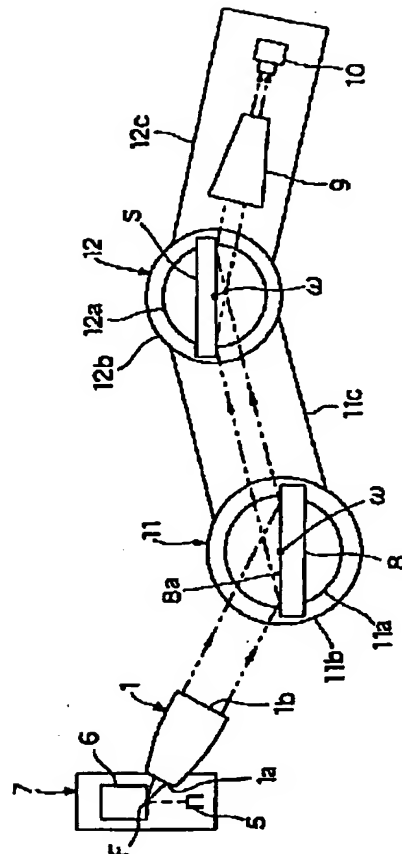
APPLICATION DATE : 17-11-98
 APPLICATION NUMBER : 10326883

APPLICANT : RIGAKU CORP;

INVENTOR : TAGUCHI TAKEYOSHI;

INT.CL. : G01N 23/207 G01L 1/00 G21K 1/06

TITLE : X-RAY DIFFRACTOMETER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To irradiate a sample with an incident X-ray of optional wave-length to easily conduct various kinds of X-ray diffraction measurement, by using continuous X-rays generated from an X-ray tube.

SOLUTION: Continuous X-rays emitted from an X-ray tube 7 are taken out as a parallel X-ray beam using a capillary bundle 1, and the X-ray of specified wave-length (i.e., specified energy) is taken out from the parallel X-ray beam using a monochromator 8 to irradiate a sample S. A diffracted X-ray generated in the sample S is converged by a solar slit 9 to be received by an X-ray detector 10.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-146872

(P2000-146872A)

(43) 公開日 平成12年5月26日 (2000.5.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト [*] (参考)
G 0 1 N 23/207		G 0 1 N 23/207	2 G 0 0 1
G 0 1 L 1/00		G 0 1 L 1/00	A
G 2 1 K 1/06		G 2 1 K 1/06	G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-326883

(22) 出願日 平成10年11月17日 (1998.11.17)

(71) 出願人 000250339

理学電機株式会社

東京都昭島市松原町3丁目9番12号

(72) 発明者 藤縄 剛

東京都昭島市松原町3-9-12 理学電機株式会社内

(72) 発明者 田口 武慶

東京都昭島市松原町3-9-12 理学電機株式会社内

(74) 代理人 100101867

弁理士 山本 寿武

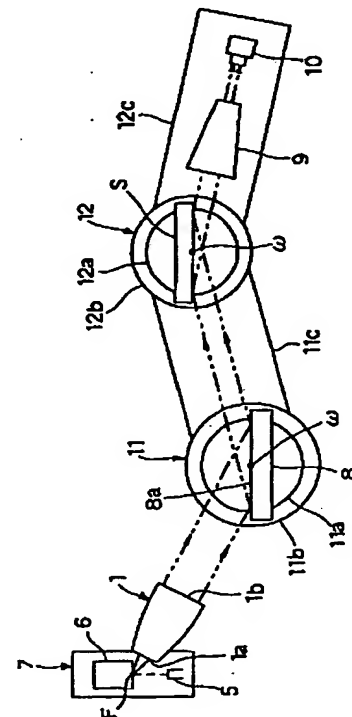
Fターム(参考) 2G001 AA01 BA18 CA01 EA01 EA02
EA09 EA20 GA01 GA13 KA07
SA01 SA02 SA30

(54) 【発明の名称】 X線回折装置

(57) 【要約】

【課題】 X線管から発生する連続X線を利用することにより、任意波長の入射X線を試料に照射して各種のX線回折測定を容易に実施可能とする。

【解決手段】 X線管7から放射された連続X線をキャピラリ束1によって平行X線ビームとして取り出し、モノクロメータ8の働きによってその平行X線ビームから特定波長(すなわち、特定エネルギー)のX線を取り出し試料Sに照射する。そして、試料Sで発生した回折X線をソーラースリット9で収束しX線検出器10で受光する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料に入射角 θ でX線を入射したとき試料から回折してくる回折X線を検出して試料の物理的特性等を測定するX線回折装置において、
X線を放射するX線源と、
放射されたX線を平行X線ビームとして取り出すためのキャピラリ束と、
その平行X線ビームを受け取って特定波長の平行X線ビームを選択して出射する波長選択手段と、
前記特定波長の平行X線ビームを試料に所定角度で入射したとき該試料から回折してくる回折X線を収束するためのX線収束手段と、
前記収束された回折X線の強度を検出するX線検出器とを備えたことを特徴とするX線回折装置。

【請求項2】 試料に入射角 θ でX線を入射したとき試料から回折してくる回折X線を検出して試料の物理的特性等を測定するX線回折装置において、
X線を放射するX線源と、
放射されたX線を平行X線ビームとして取り出すためのキャピラリ束と、
前記平行X線ビームを試料に所定角度で入射したとき該試料から回折してくる回折X線を収束するためのX線収束手段と、
前記収束された回折X線を受け取って特定波長の回折X線の強度を検出する波長選択機能を有したX線検出器とを備えたことを特徴とするX線回折装置。

【請求項3】 試料に入射角 θ でX線を入射したとき試料から回折してくる回折X線を検出して試料の物理的特性等を測定するX線回折装置において、
X線を放射するX線源と、
放射されたX線を平行X線ビームとして取り出すためのキャピラリ束と、
前記平行X線ビームを試料に所定角度で入射したとき該試料から回折してくる回折X線を収束するためのX線収束手段と、
前記回折X線を受け取って特定波長の回折X線を選択して出射する波長選択手段と、
前記収束されかつ波長選択された特定波長の回折X線の強度を検出するX線検出器とを備えたことを特徴とするX線回折装置。

【請求項4】 請求項1又は3記載のX線回折装置において、
前記波長選択手段は、分光結晶により形成されたモノクロメータであることを特徴とするX線回折装置。

【請求項5】 請求項4記載のX線回折装置において、
前記モノクロメータは、入射X線幅と出射X線幅の異なる非対称カット平板結晶モノクロメータであることを特徴とするX線回折装置。

【請求項6】 請求項2記載のX線回折装置において、
前記波長選択機能を有したX線検出器は、半導体検出器

であることを特徴とするX線回折装置。

【請求項7】 請求項1乃至6のいずれか一項に記載したX線回折装置において、
前記キャピラリ束は、所定の曲率を有し、X線の入射側端面から出射側端面に向かって断面積が大きくなることを特徴とするX線回折装置。

【請求項8】 請求項1乃至7のいずれか一項に記載したX線回折装置において、
前記X線収束手段は、ソーラスリット又はX線の入射側端面から出射側端面に向かって断面積が小さくなる二次キャピラリ束であることを特徴とするX線回折装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、試料に入射角 θ でX線を入射したとき試料から回折してくる回折X線を検出して試料の物理的特性等を測定するX線回折装置に関し、特にX線の異常分散を利用したX線回折測定や試料の応力測定などに好適なX線回折装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、X線の異常分散を利用したX線回折測定が注目されている。X線の異常分散は、試料に入射したX線の波長が該試料に含まれる原子の吸収端付近のときに顕著に発生する。一般のX線回折測定法は、軌道電子の散乱（正常分散）現象利用する分析方法であるため、 ${}_{22}\text{Ti}$ と ${}_{23}\text{V}$ や ${}_{26}\text{Fe}$ と ${}_{27}\text{Co}$ のように原子番号が近接した物質から構成される試料に対して、各構成物質の情報を独立に抽出することが困難であった。

【0003】これに対して、入射X線の波長（エネルギー）を構成物質の吸収端付近にして測定すれば、各構成物質ごとに顕著な異常分散が観測されるため、原子番号が近接した構成物質であっても各々の情報を独立に抽出することが可能となる。このような点に着目したのが「X線の異常分散を利用したX線回折測定」である。

【0004】また、X線の異常分散を利用したX線回折測定とは別に、試料中の応力の大きさ及び方向によって該試料の結晶格子面の間隔が変化することに着目し、その結晶格子面間隔の変化をX線の回折角度の変化をもって検出する応力測定法が、X線回折測定の応用分野として注目されている（例えば、特開平7-280668号公報参照）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】さて、上述したX線の異常分散を利用したX線回折測定により試料の各構成物質の情報を抽出するためには、それら構成物質の吸収端付近に対応する各種波長のX線を試料に照射しなければならない。

【0006】また、応力測定においても、結晶格子面間隔の変化は、測定する回折X線の回折角度が大きいほど大きな角度変化として観測することができるため、試料

に合わせて適宜入射X線の波長を変更する必要がある。

【0007】従来のX線回折装置では、X線源から放射されるX線のうち強度が大きい特性X線のみを利用して、X線源のターゲットを形成する金属によって規定される特性X線の波長でしかX線回折測定を実施することができなかった。

【0008】入射X線（特性X線）の波長を変更するには、X線管球そのものを取り替えなければならない、その交換作業及びそれに付随して行われる光学系の再調整やX線検出器の再調整に労りと時間がかかり効率的ではない。特に、上述したX線の異常分散を利用したX線回折測定や応力測定に、X線管球の交換によって対応することは現実的に困難であった。

【0009】この発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、X線源で発生する連続X線を利用することにより、任意波長の入射X線を試料に照射して各種のX線回折測定を容易に実施可能としたX線回折装置の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明に係る第1のX線回折装置は、次の構成を備えたことを特徴としている。

(a) X線を放射するX線源

(b) 放射されたX線を平行X線ビームとして取り出すためのキャピラリ束

(c) その平行X線ビームを受け取って特定波長の平行X線ビームを選択して出射する波長選択手段

(d) 特定波長の平行X線ビームを試料に所定角度で入射したとき該試料から回折してくる回折X線を収束するためのX線収束手段

(e) 収束された回折X線の強度を検出するX線検出器

【0011】また、この発明に係る第2のX線回折装置は、次の構成を備えたことを特徴としている。

(a) X線を放射するX線源

(b) 放射されたX線を平行X線ビームとして取り出すためのキャピラリ束

(c) 平行X線ビームを試料に所定角度で入射したとき該試料から回折してくる回折X線を収束するためのX線収束手段

(d) 収束された回折X線を受け取って特定波長の回折X線の強度を検出する波長選択機能を有したX線検出器

【0012】さらに、この発明に係る第3のX線回折装置は、次の構成を備えたことを特徴としている。

(a) X線を放射するX線源

(b) 放射されたX線を平行X線ビームとして取り出すためのキャピラリ束

(c) 平行X線ビームを試料に所定角度で入射したとき該試料から回折してくる回折X線を収束するためのX線収束手段

(d) 回折X線を受け取って特定波長の回折X線を選択

して出射する波長選択手段

(e) 収束された波長選択された特定波長の回折X線の強度を検出するX線検出器

【0013】上記構成において、「キャピラリ束」とは、X線源から放射された連続X線を平行X線ビームとして出射するための光学的要素である。このキャピラリ束は、例えば、微細径で適宜の長さのキャピラリチューブ（例えば、ガラスキャピラリチューブ）を用いて、図4のように形成できる。図4に示すキャピラリ束1は、内径が10～20μm程度の複数本のガラスキャピラリチューブ2を、それぞれ放物線状の曲率をもって曲げた状態で束ねることによって形成される。

【0014】このキャピラリ束1は、X線入射側の端面1aからX線出射側の端面1bに向かって断面積が大きく形成してある。例えば、入射側端面1aは16mm×16mmの正形状に形成され、出射側端面1bは20mm×20mmの正形状に形成され、そして入射側端面1aから出射側端面1bまでのガラスキャピラリチューブ2の長さは、例えば80mmに設定する。

【0015】このキャピラリ束1を用いれば、X線焦点Fから放射されて発散する連続X線R1を入射側端面1aに取り込んで、出射側端面1bから平行X線ビームR2として取り出すことができる。連続X線R1は、入射側端面1aから個々のガラスキャピラリチューブ2に取り込まれ、それらガラスキャピラリチューブ2の内部を全反射しながら伝播した後、出射側端面1bから外部へ出射するので、連続X線R1はほとんど減衰することなく強度の大きな平行X線ビームR2としてその出射側端面1bから取り出される。

【0016】なお、このキャピラリ束1は、X線源の外部に設置する他、X線源の内部に設置することもできる。少なくともキャピラリ束1の入射側端面1aを、X線源の内部に挿入してX線焦点Fに近接させれば、X線焦点から放射されて発散する連続X線の多くをキャピラリ束1に取り込むことができるため、X線強度を増大させることができる。

【0017】上述した本発明に係る第1のX線回折装置では、X線源から放射された連続X線がキャピラリ束によって平行X線ビームとして取り出され、波長選択手段の働きによってその平行X線ビームから特定波長（すなわち、特定エネルギー）のX線が取り出される。そして、この特定波長の平行X線ビームを試料に照射する。

【0018】周知のとおり、X線回折装置はゴニオメータを備えており、本発明のX線回折装置もその点は同様である。X線回折装置に用いられるゴニオメータとして、例えば、 $\theta-2\theta$ 型ゴニオメータや $\theta-\theta$ 型ゴニオメータが知られている。このうち $\theta-2\theta$ 型ゴニオメータを用いて説明すると、同ゴニオメータは、位置不動の θ 回転軸線を中心として回転（いわゆる θ 回転）する θ 回転台と、同じく θ 回転軸線を中心として θ 回転と同じ

方向へ2倍の角速度で回転する 2θ 回転台とを有する。

【0019】試料は θ 回転台に支持され、一方、X線検出器など回折X線の受光側構成部材が 2θ 回転台に支持される。そして、試料に照射されるX線の入射角度 θ がいわゆるブラッグの回折条件を満足する角度に到達すると、試料から回折X線が発生し、その回折X線がX線検出器によって検出される。

【0020】上述した本発明に係る第1のX線回折装置では、キャビラリ束によって平行X線ビームとして取り出され、波長選択手段で選択された特定波長の平行X線ビームを試料に照射するが、その平行X線ビームは幅が広いので試料で発生する回折X線も幅が広くなり、そのままX線検出器した場合、分解能が低く高精度な検出結果を得ることが困難である。そこで、この発明では試料で発生した回折X線をX線収束手段により収束してX線検出器に受光させている。

【0021】既述したX線の異常分散を利用したX線回折測定では、抽出対象となる構成物質の吸収端付近に対応する波長のX線を試料に照射しなければならないので、あらかじめ波長選択手段により選択された特定波長のX線を試料に照射する必要がある。したがって、本発明に係る第1のX線回折装置が好適である。

【0022】また、本発明に係る第2のX線回折装置では、X線源から放射された連続X線をキャビラリ束によって平行X線ビームとして取り出し、その平行X線ビームを波長選択することなく試料に照射する。このため、入射X線の各波長に対応した回折X線が試料で発生する。そこで、この第2のX線回折装置では、X線検出器として、特定波長の回折X線の強度を検出する波長選択機能を有したX線検出器を用いている。

【0023】この種のX線検出器としては、例えば半導体検出器 (semiconductor detector又は solid state detector) がある。半導体検出器の一般的な構成を図5に示す。同図に示す半導体検出器3は、金蒸着膜3a、p型領域3b、真性領域 (空乏層) 3c、n型領域3d、金電極3eにより構成されている。真性領域 (空乏層) 3cは、電荷のキャリアが存在しない領域であり、絶縁性が高く、強い電場をかけることができる。この真性領域 (空乏層) 3cに入射したX線は、電子と正孔の対を生成する。その電子と正孔は印加電圧によりそれぞれ陰極と陽極に掃引され、その結果、電荷パルスが出力される (東京大学出版会 物理学実験15 菊田惺志 著 X線回折・散乱技術 (上) P212~216 参照)。

【0024】この半導体検出器は、X線光子のエネルギーに比例した数の電子正孔対が生じることにより、入射した回折X線の波長を選択し、特定波長の回折X線強度を検出できる機能を備えている。

【0025】本発明に係る第3のX線回折装置においても、X線源から放射された連続X線をキャビラリ束によ

って平行X線ビームとして取り出し、その平行X線ビームを波長選択することなく試料に照射する。このため、入射X線の各波長に対応した回折X線が試料で発生する。そこで、この第3のX線回折装置では、試料とX線検出器の間に波長選択手段を設け、試料で発生した回折X線から特定波長の回折X線を取り出してX線検出器に受光させている。

【0026】なお、これら本発明に係る各構成のX線回折装置において、波長選択手段としては、分光結晶により形成されたモノクロメータを適用することができる。特に、入射X線幅と出射X線幅の異なる非対称カット平板結晶モノクロメータを用いれば、出射X線幅を圧縮して取り出すことができ、一層分解能を向上させることが可能となる。

【0027】非対称カット平板結晶モノクロメータというのは、図6に示すように単結晶4を結晶格子面4aに対して斜めにカットしてX線回折面4bを形成したものであり、入射X線R1に対して非対称に出射X線 (回折X線) R2を取り出すようにしたモノクロメータである。非対称というのは、出射X線R2のビーム幅が入射X線R1のビーム幅に対して広がったり、あるいは狭まったりすることである。図4に示すように、出射X線R2のビーム幅が入射X線R1のビーム幅より狭くなるように配設すれば、出射X線R2を圧縮して取り出すことができる。

【0028】また、X線収束手段としては、例えばソーラースリットや、X線の入射側端面から出射側端面に向かって断面積が小さくなる二次キャビラリ束を適用することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は、この発明の第1実施形態に係るX線回折装置を模式的に示している。このX線回折装置は、フィラメント5及び回転ターゲット6を備えたX線源としてのX線管7と、キャビラリ束1と、波長選択手段としてのモノクロメータ8と、X線収束手段としてのソーラースリット9と、X線検出器10とを備えている。

【0030】フィラメント5は通電によって発熱して熱電子を放出し、その熱電子が高速度で回転ターゲット6に衝突してX線焦点Fを形成する。このX線焦点Fからは、種々の波長を含んだX線、すなわち連続X線が発散状態で放出される。

【0031】キャビラリ束1は、例えば図4に示すように、微細径のガラスキャビラリチューブ2を放物線状に湾曲させて多数本互いに密着状態に束ねて集合させることによって形成される。このキャビラリ束1の入射側端面1aに入射する発散X線は、個々のガラスキャビラリチューブ2の働きにより、出射側端面1bに平行X線ビームとして取り出される。

【0032】このキャピラリ束1によって、連続X線はほとんど減衰することなく強度の大きな平行X線ビームとしてその出射側端面1bから取り出されるので、連続X線に含まれる各波長のX線をX線回折測定に利用することができる。

【0033】図1に戻って、この実施形態のX線回折装置では、2台の $\theta-2\theta$ 型ゴニオメータ（第1、第2のゴニオメータ11、12）を備えており、それぞれ位置不動の θ 回転軸線 ω を中心として回転（いわゆる θ 回転）する θ 回転台11a、12aと、同じく θ 回転軸線 ω を中心として θ 回転と同じ方向へ2倍の角速度で回転する 2θ 回転台11b、12bとを有する。

【0034】モノクロメータ8は、第1のゴニオメータ11が備える θ 回転台11aに搭載してあり、X線回折面8aをキャピラリ束1から取り出された平行X線ビームの光路上に配置し、 θ 回転によってX線回折面8aに対する平行X線ビームの入射角度 θ を任意に変更できるように構成してある。このようにX線回折面8aに対する平行X線ビームの入射角度 θ を任意に変更することで、回折角度 2θ がそれぞれ異なる各種波長の回折X線を選択して取り出すことができる。

【0035】モノクロメータ8は、例えば図6に示すような非対称カット平板結晶モノクロメータ4によって構成され、入射X線R1のビーム幅より出射X線R2のビーム幅が狭くなるように配設してある。したがって、選択した特定波長の平行X線ビームの幅を圧縮して取り出すことができる。

【0036】第2のゴニオメータ12は、第1のゴニオメータ11が有する 2θ 回転台11bから延出した 2θ 回転アーム11c上に搭載してある。試料Sは、コリメータ8で取り出された特定波長の平行X線ビームの光路上に表面を配置するようにして、第2のゴニオメータ12が有する θ 回転台12aに支持される。

【0037】ソーラースリット9及びX線検出器10は、第2のゴニオメータ12が有する 2θ 回転台12bから延出した 2θ 回転アーム12c上に搭載してある。試料Sに照射される特定波長の平行X線ビームの入射角度 θ が、いわゆるブラッグの回折条件を満足する角度に到達すると、試料Sから入射X線に対して 2θ の角度に回折X線が発生する。ソーラースリット9は、薄い金属板を等間隔に重ね合わせた構成となっており、試料Sで発生した回折X線を取り込んで収束する。そして、この収束された回折X線が、X線検出器10に入射してそのX線強度が測定される。

【0038】図2は、この発明の第2実施形態に係るX線回折装置を模式的に示している。なお、図2において、先に示した図1と同一部分又は相当する部分には同一符号を付し、その部分の詳細な説明は省略する。この第2実施形態では、先の第1実施形態においてキャピラリ束1と試料Sとの間に設けたモノクロメータ8を省略

し、代わりに波長選択機能を有したX線検出器である半導体検出器13を搭載している。併せて、モノクロメータ8を θ 回転させるための第1のゴニオメータ11も省略した構成となっている。

【0039】この第2実施形態によれば、キャピラリ束1から取り出された平行X線ビーム（連続X線）が、試料Sに照射される。したがって、入射X線の各波長に対応した回折X線が試料Sから発生する。この回折X線は、ソーラースリット9で収束され半導体検出器13に入射し、選択した特定波長の回折X線の強度がこの半導体検出器13によって測定される。

【0040】図3は、この発明の第3実施形態に係るX線回折装置を模式的に示している。なお、図3においても、先に示した図1と同一部分又は相当する部分には同一符号を付し、その部分の詳細な説明は省略する。この第3実施形態では、先の第1実施形態においてキャピラリ束1と試料Sとの間に設けたモノクロメータ11を、X線検出器10の前方に設置してある。これに伴い、第2のゴニオメータ12が有する 2θ 回転台12bから延出した 2θ 回転アーム12c上に、第1のゴニオメータ11を搭載し、この第1のゴニオメータ11の θ 回転台11a上にモノクロメータ8を配設した構成となっている。X線検出器10は、第1のゴニオメータ11が有する 2θ 回転台11bから延出した 2θ 回転アーム11c上に搭載してある。

【0041】この第3実施形態によれば、キャピラリ束1から取り出された平行X線ビーム（連続X線）が、試料Sに照射される。したがって、入射X線の各波長に対応した回折X線が試料Sから発生する。この回折X線は、ソーラースリット9で収束されてモノクロメータ8に入射する。この回折X線の入射角度 θ を第1のゴニオメータ11により変更することで、特定波長の回折X線を選択してX線検出器10に受光させることができる。

【0042】なお、この発明は上述した実施形態に限定されるものではない。例えば、第3実施形態において、モノクロメータ8を、試料Sとソーラースリット9の間に配設することもできる。

【0043】また、ソーラースリット9に代えて、X線収束手段としての2次キャピラリ束を配設してもよい。2次キャピラリ束の基本的構造は、図4に示したキャピラリ束1と同様であり、微細径のガラスキャピラリチューブ2を放物線状に湾曲させて多数本互いに密着状態に束ねて集合させることによって形成される。

【0044】2次キャピラリ束は、このキャピラリ束1の入射側端面1aと出射側端面1bとを逆にした構造となっている。すなわち、2次キャピラリ束では、X線の入射側端面から出射側端面に向かって断面積が小さくなる。したがって、この2次キャピラリ束により、入射側端面に入射した回折X線を個々のガラスキャピラリの働きをもって出射側端面から収束して取り出すことができ

る。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1又は3の発明によれば、X線源から放射された連続X線をキャピラリ束に取り込んで平行X線ビームとして取り出し、この平行X線ビームを利用してX線回折測定を行うようにしたので、波長選択手段によって任意波長の入射X線又は回折X線を選択するだけで、各種波長のX線によるX線回折測定が容易に行える。また、請求項2の発明によれば、X線検出器が波長選択機能を有しているので、別途波長選択手段を設けることなく各種波長のX線によるX線回折測定が容易に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施形態に係るX線回折装置を模式的に示す平面図である。

【図2】この発明の第2実施形態に係るX線回折装置を模式的に示す平面図である。

【図3】この発明の第3実施形態に係るX線回折装置を

模式的に示す平面図である。

【図4】キャピラリ束の構成例を部分的に破断して示す斜視図である。

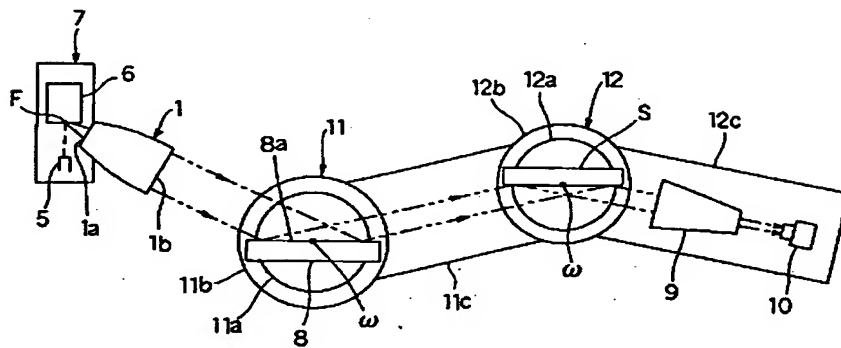
【図5】半導体検出器の構成例を模式的に示す図である。

【図6】非対称カット平板結晶モノクロメータの構成例を模式的に示す図である。

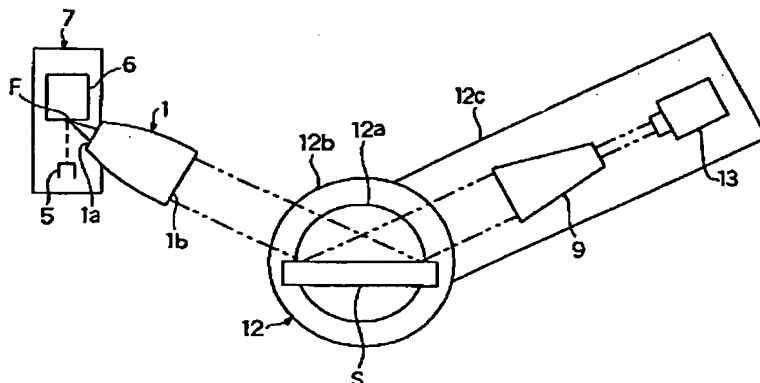
【符号の説明】

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1：キャピラリ束 | 2：ガラスキャピラリチューブ |
| 3：半導体検出器 | |
| 4：非対称カット平板結晶モノクロメータ | |
| 5：ファイラメント | 6：回転ターゲット |
| 7：X線管 | 8：モノクロメータ |
| 9：ソーラースリット | 10：X線検出器 |
| 11：第1のゴニオメータ | 12：第2のゴニオメータ |
| 13：半導体検出器 | |

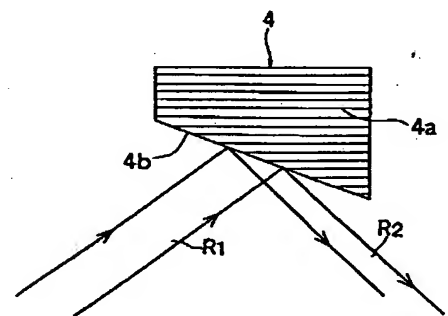
【図1】



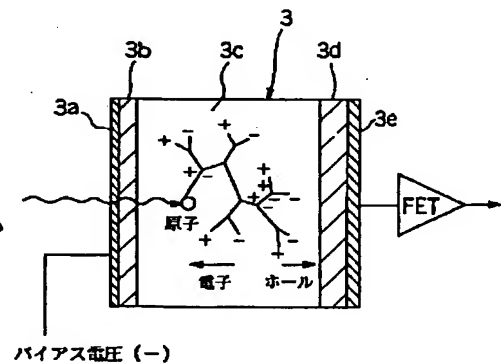
【図2】



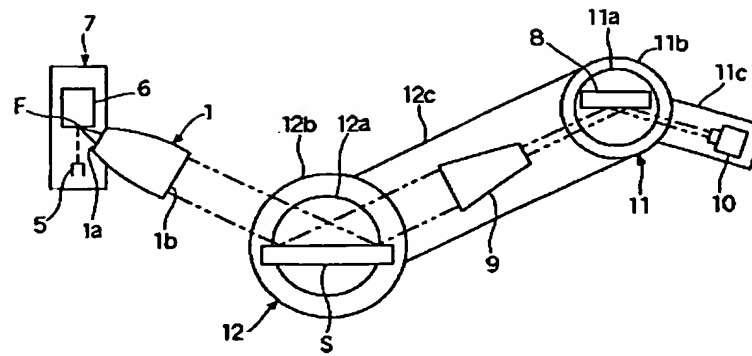
【図6】



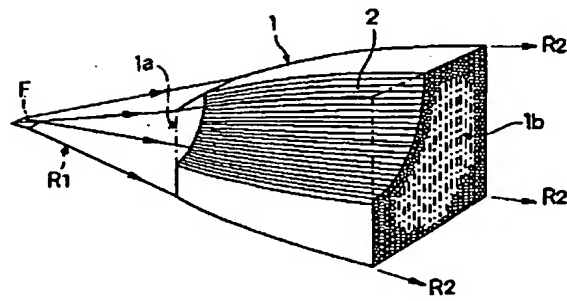
【図5】



【図3】



【図4】



THIS PAGE BLANK (USPTO)